



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت فرهنگ و آموزش عالی  
شورای عالی برنامه ریزی

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دوره کارشناسی

ارشد سرامیک  
(تحقیقاتی)

گروه فنس و مهندسی

کمیته مهندسی مواد

۴۷۴۳



مصوب هشتاد و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۶۶/۴/۶

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه آموزشی

دوره کارشناسی ارشد سرمایه (تحقیقاتی)

مصوب هشتاد و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

گروه : فنی و مهندسی	۴۰۰۰
کمیته : تخصصی مهندسی مواد	۰۷۰۰
رشته : مهندسی سرمایه	۰۰۴۰
دوره : کارشناسی ارشد	۰۰۰۳



شورای عالی برنامه ریزی د هشتاد و هفتمین جلسه مورخ ۶۶/۴/۶ براساس طرح دوره کارشناسی ارشد سرمایه که توسط کمیته مهندسی مواد گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه ریزی تهیه شد و به تأیید این گروه رسید است برنامه آموزش این دوره راد رسه فصل ( مشخصات کلی ، برنامه و سرفصل دروس ) بشرح پیوست تصویب کرد و مقرر میگردارد :

ماد ۱- برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد سرمایه از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و موسسات آموزش عالی که مشخصات زیر را دارند لازم الاجراست :  
الف : دانشگاهها و موسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت فرهنگ و آموزش عالی اداره میشوند \*

ب : موسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و براساس قوانین تاسیس میشوند \* و بنا بر این تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی میباشد \*

ج : موسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل میشوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند \*

ماد ۲- از تاریخ ۶۶/۴/۶ کلیه دوره های آموزش و برنامه های مشابه موسسات آموزش د ر زمینه سرمایه در همه دانشگاهها و موسسات آموزش عالی مذکور در ماد ۱ منسوخ میشوند و دانشگاهها و موسسات آموزش عالی یاد شد مطابق میتوانند این دوره راد ایرو برنامه جدید را اجرا نمایند \*



ماده ۳- مشخصات کلی و برنامه درسی و سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد سرمایه‌گذاری در رشته فعلی جهت اجرا به وزارت فرهنگ و آموزش عالی ابلاغ می‌شود.

رای صادره هشتاد و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۶۶/۴/۶

در مورد برنامه آموزش دوره کارشناسی ارشد سرمایه‌گذاری

(۱) برنامه آموزش دوره کارشناسی ارشد سرمایه‌گذاری که از طرف

گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود با اکثریت آرا بتصویب

رسید.

(۲) برنامه آموزش دوره کارشناسی ارشد سرمایه‌گذاری از تاریخ

تصویب قابل اجراست.

رای صادره هشتاد و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۶۶/۴/۶ در مورد برنامه آموزش دوره کارشناسی ارشد سرمایه‌گذاری صحیح است به‌مورد اجرا گذاشته شود.

دکتر محمد فرهادی

رئیس شورای عالی برنامه ریزی

مورز نایب است

رونوشت: به معاونت آموزش وزارت فرهنگ و آموزش عالی جهت اجرا ابلاغ می‌شود.

سید محمد کاظم تائینی

رئیس شورای عالی برنامه ریزی

شماره ۱۵





## فصل اول

### مشخصات کلی

#### دوره تحقیقاتی کارشناسی ارشد سرمایه‌گذاری

۱- تعریف و هدف : دوره تحقیقاتی کارشناسی ارشد سرمایه‌گذاری مجموعه‌ای از دروس نظری و پروژه تحقیقاتی می‌باشد که به منظور پژوهش در خواص و روش ساخت سرمایه‌گذاریها برنامه‌ریزی شده است. هدف از آموزش این مجموعه تربیت نیروی انسانی مورد نیاز مراکز تحقیقاتی، صنعتی و آموزشی می‌باشد.

۲- طول دوره و شکل نظام : طول مدت لازم برای اتمام این دوره بطور متوسط ۲ سال است. حد اقل این مدت واحد اکثر مدت مجاز برای اتمام این دوره مطابق آئین‌نامه دوره کارشناسی ارشد می‌باشد. نظام آموزشی آن واحدی است و دروس در ۴ نیمسال ارائه می‌شود. زمان هر نیمسال ۱۷ هفته است. مدت تدریس یک واحد نظری ۱۷ ساعت، عملی ۴ ساعت است.

۳- نقش و توانایی : فارغ التحصیلان این دوره می‌توانند در رابطه با زمینه تحقیقاتی

خود به فعالیت‌های از قبیل موارد زیر بپردازند :

الف : طراحی جنس انتخاب مواد و ارائه روش‌های ساخت انواع

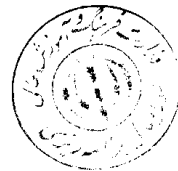
سرمایه‌گذاریها بخصوص سرمایه‌گذاری نوین.

ب : همکاری در زمینه طراحی و تأسیس و گسترش مراکز صنعتی

تحقیقاتی و آموزش کشور در قلمرو سرمایه‌گذاری

ج : انجام فعالیت‌های آموزشی و تحقیقاتی در مراکز آموزش عالی

و موسسات تحقیقاتی کشور



۴- تعداد و نوع واحدهای درسی : تعداد واحدهای درسی این دوره ۳۸ واحد

بشرح زیر است :

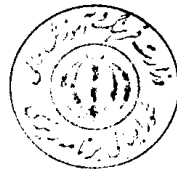


د روس اجباری	۱۶ واحد
د روس انتخابی	۱۰ یا ۷ واحد
پروژه تحقیقاتی و رساله	۱۵ یا ۱۲ واحد

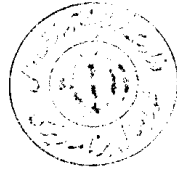
جمع ۳۸ واحد

۵- ضرورت و اهمیت: تاکنون در زمینه سرمایه ( به معنای عام آن که کل مواد معدنی غیرفلزی را در برمیگیرد از جمله:

شیشه ها، دیرگدازها، سرامیکهای الکتریکی - نوری و... ) تحقیقات و مطالعات بسیار کمی در کشور ما انجام گرفته است، با توجه به این موضوع که اینگونه مواد امروزه در دنیا کاربرد های وسیعی پیدا کرده و همه روزه کاربرد های نوینی برای آنها یافت میشود و - امروزه تحقیق بر روی انواع سرامیکها، بویژه سرامیکهای نوبیل - کاربرد ها، نیتريد ها، بورید ها، انواع شیشه ها، شیشه - سرامیکها و سرامیکهای الکتریکی و نوری و غیره چه در ارتباط با صنایع الکترونیک و مخابرات و یاد ارتباط با کاربرد ماها و فشارهای بسیار بالا و محیط های خوردند و سایند و چه بصورت تیغه های توربین های گازی یا د رموتورهای احتراقی و غیره ) و گاه در ارتباط با فضا پیما ها و وسائل و ادوات جنگی و سایر زمینه های یکی از فعالترین حوزه های تحقیق و مهندسی و علم مواد میباشد . لذا ارائه دوره میتواند نقش عمده ای در نیل به خود کفائی آموزش و پژوهشی و صنعتی در زمینه های فوق الذکر داشته باشد .



۶- ارتباط دوره با سایر دوره های تحقیقاتی: این دوره کاربرد علوم جهت شناسائی خواص مواد غیرفلزی و تکنولوژی ساخت آنها را در برمیگیرد و با دوره تحقیقاتی شناسائی و انتخاب مواد فلزی در ارتباط است .



فصل دوم

برنامه

دروس اجباری

کد درس	نام درس	تعداد		پیشنیازها/مباران
		واحد	جمع	
۱	فرآیندهای قبل از پخت در سرامیکها	۲	۳۴	ندارد
۲	شکل دادن پیشرفته سرامیکها	۲	۳۴	ندارد
۳	روشهای پیشرفته شناخت و آنالیز مواد	۲	۳۴	ندارد
۴	سرامیکهای مهندسی غیراکسیدی	۲	۳۴	۲و۱
۵	سرامیکهای مهندسی اکسیدی	۲	۳۴	۲و۱
۶	تئوری خواص و تکنولوژی ساخت نیمه هادیها	۳	۵۱	ندارد
۷	سمینار	۲	—	ندارد
۸	خطاهای اندازه گیری در تحقیق مواد	۱	۱۷	ندارد
	پروژه تحقیقاتی و رساله	۱۵ یا ۱۶	—	ندارد
				گذراندن کلیه دروس اجباری غیر از سمینار
جمع		۲۸	۲۳۸	



دروس انتخابی \*

پیش‌نیاز با زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	علمی	نظری	جمع			
ندارد		۳۴	۳۴	۲	اصول رشد بلور	۹
ندارد		۳۴	۳۴	۲	تئوری پیشرفته شیشه	۱۰
سمینار ۱		۳۴	۳۴	۲	سمینار ۲	۱۱
۲		۳۴	۳۴	۲	چسب‌های سرامیکی	۱۲
ندارد		۳۴	۳۴	۲	رنگ‌های سرامیکی	۱۳
فیزیک مدرن		۵۱	۵۱	۳	خواص مواد پیشرفته	۱۴

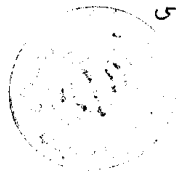


\* از دروس فوق الذکر باید ۷ الی ۱۰ واحد انتخاب نمایند • چنانچه پروژه ۱۲ واحد باشد تعداد واحدهای دروس انتخابی ۱۰ واحد خواهد بود اگر پروژه ۱۵ واحد باشد دانشجو میتواند ۷ واحد از دروس انتخابی را بگذراند •



دروس جبرانی \*\*

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت		
			جمع	نظری	علمی
	خواص حرارتی، نوری و الکتریکی سرامیکها	۳	۵۱	۵۱	
	تئوری دیفوزیون	۲	۳۴	۳۴	
	ترمودینامیک سرامیک	۳	۵۱	۵۱	
	کینتیک و استخاله های فازی در سرامیک	۳	۵۱	۵۱	
	روشهای شناخت و بررسی ساختمان مواد سرامیکی و آزمایشگاه	۳	۶۸	۳۴	۳۴
	مواد اولیه صنایع سرامیک و آزمایشگاه	۴	۸۵	۵۱	۳۴
	شکل دادن سرامیکها و آزمایشگاه	۴	۸۵	۵۱	۳۴
	خشک کردن و پختن سرامیکها	۳	۵۱	۵۱	
	برنامه نویسی کامپیوتر	۲	۳۴	۳۴	
	سرامیک فیزیکی	۳	۵۱	۵۱	



\*\* دروس جبرانی : کلیه دانشجویان رشته کارشناسی ارشد سرامیک موظف هستند که هرکدام از دروس فوق الذکر یا مشابه آن را که در دوره کارشناسی نگذرانند. اند در دوره کارشناسی ارشد با توجه به پیش نیاز اخذ نمایند. بدیهی است که واحدهای این دروس بحساب نخواهد آمد.

فصل سوم

سرفصل اول دروس



فرآیندهای قبل از پخت درسرا میک ها

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

همنیاز: ندارد



۱

الف - پودرها: پودرهای اکتیو- اندازه و شکل دانه ها - اندازه دانه و انقباض  
ناخالصی ها و مواد اضافه شونده - اصطلاحات مربوط به پودرهای مختلف  
مفاهیمی نظیر اگلومریت ها، ذرات اولیه- ذرات، گرانولها -  
فلوک ها - اگرگیت ها ... - تکنیکهای تعیین خواص مختلف پودرها  
از جمله اندازه دانه ها و شکل آنها و سطح مخصوص - ساختمان و خواص  
اگلومریت ها - استحکام اگلومریت ها - مکانیزم تشکیل اگلومریتها،  
استفاده از الکترون میکروسکپی در تعیین ویژگیهای اگلومریت ها -  
تئوری آسیاب کردن (grinding) - مکانیزمهای آسیاب  
کردن - سرعت آسیاب کردن - مواد کمکی در آسیاب کردن - آسیاب کردن  
آلومینا (بعنوان مثال) پودرهای فعال و روشهای تهیه آنها: روش  
واکنش بین جامدات - روش مذاب - روش رسوب از مایعات - رسوب  
از نمکها - Spray drying - خشک کردن انجمادی (drying  
Freeze) - تجزیه حرارتی - پاشیدنی - هیدروترمال - زول، ژل  
(Sol - gel) - هیدرولیز ترکیبات آلی فلزات - رسوب از گازها:  
تجزیه حرارتی گازها - واکنش بین گازها - واکنش بین جامد و گاز  
اشارا گلو مراسون در زینتر پودرها از جمله پودرهای آلومینا .  
ب - سیستمهای مواد گرانوله - آب  
ساختمان آب و نقش آن در سیستمهای رس - آب، نقش اتصال هیدروژنی،

اثر مولکولهای غیر قطبی، اثر یونها بر خواص آب - ساختمان و خواص  
 " هاله آب " دور رس ها توزیع اندازه دانه ها و خواص دوغاب به  
 ( از جمله دوغابهای کوارتز، آلومینا و ( Whiteware )  
 ساختمان Floc ها در دوغابهای تجارتي - سرعت ریخته گری بر حسب  
 اندازه دانه ها و سطح مخصوص، ویسکوزیته سوسپانسیونهای غلیظ نیوتنی -  
 اهمیت ویسکوزیته در فرآیندهای سرامیکی - پلاستازرها .



ج - شکل دادن و ساختمان میکروسکپی

چیده شدن ذرات بصورت دینامیک - اثر اندازه دانه ها و طرز اعمال نیرو بر  
 دانسیته - متراکم کردن ذرات - روشهای مختلف متراکم کردن ( مکانیکی،  
 هیدرولیکی، پنوماتیک، ایزواستاتیک - متراکم کردن بکمک غلظک،  
 متراکم کردن نوسانی ) - روغنکاری کننده ها و چسب ها - روغنکاری کنندگان  
 داخلی و روغنکاری کنندگان قالب - گرانوله کردن - معادلات تراکم -  
 توزیع تنش ها - نیروهای اتصال در فرآیند اگلومریزاسیون - مکانیزمهای  
 اتصال - نیروهای واندر والز - نیروهای پل مایع - پل های جامد -  
 مکانیزمهای اتصال و استحکام اگلومریت ها - استحکام و ساختمان  
 میکروسکپی مخلوطهای رسی خشک شده - فاکتورهای مؤثر بر استحکام  
 خشک - ساختمان میکروسکپی استوانه های اکستروژن شده - اثر باند های  
 لغزشی بر رفتار شکست - افزایش استحکام بکمک شیشه خرده - اثر مواد اضافی  
 شونده بر کاهش استحکام بکمک مواد غیر پلاستیک - عیوب اکستروژن - جریان  
 مواد در هنگام اکستروژن - اکستروژن بیستونی - اکستروژن Auger -  
 لایه لایه شدن - پاره شدن سطحی یا لبه ای - آرایش ذرات - جدایش ذرات -  
 ترک خوردن در اثر استفاده از مغزی - اثر خواص مواد اولیه بر قابلیت  
 اکستروژن شدن - اصطکاک داخلی چسبندگی - کرنش های پلاستیک - شکل  
 ذرات - رفتار خشک شدن، توزیع دانه ها - اثرات ماشین بر خواص قطعات  
 اکستروژن شده .

شکل دادن پیشرفته سرامیک ها

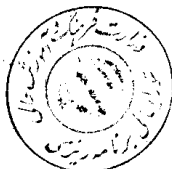
تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

روش پرس ایزواستا تیک - مسائل موجود در پرس تک محوری - روش  
Injection Molding پا را مترها - عیوب - روش پرس داغ - خواص  
ویژه در پرس داغ - محدودیت های پرس داغ - روش پرس داغ ایزواستا تیک ،  
روش نشاندن ذرات مذاب - اهمیت روش در پوشش دادن فلزات - روش CVD  
شکل دادن نواری Tape Forming - ماشین کاری سرامیک ها -  
روش ذوب و ریخته گری سرامیک ها .



روشهای پیشرفته شناخت و آنالیز مواد

تعداد واحد: ۲

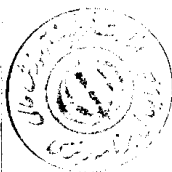
نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

همنیاز: ندارد

۳

شدت اشعه در پدیده پراش، بخش اشعه توسط الکترون، اتم و واحد شبکه، فاکتورهای مختلف که بر روی شدت اشعه اثر میگذرانند، آنالیز کمی با روش XRD، روش استاندارد خارجی، روش استاندارد داخلی، استفاده از اشعه x برای اندازه گیری پارامتر شبکه، اندازه دانه ها، ضخامت پوششها، آنالیز شیمیائی توسط روش XRF، اسپکترومترهای نسوع، WD، اسپکترومترهای نوع ED، آنالیز کمی و کیفی در روش XRF، روشهای آنالیز سطوح، روش اسپکترومتری بخش یونها ISS، روش طیفسنجی یونهای ثانویه SIMS، روش اوزه AES، روش ESCA اهمیت آنالیز سطوح در مطالعات محصولات سرامیکی، روش ESR، مطالعه عیوب کریستالی توسط ESR برخورد الکترون با ماده، روشهای میکرومکسپ الکترونی، مکانیزم تشکیل تصویر در SEM، اهمیت SEM / EPMA در حل مسائل سرامیک، اهمیت استفاده از کامپیوتر در روشهای آنالیز پیشرفته . .



سرامیکهای مهندسی غیراکسیدی

۴

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: شکل دادن پیشرفته و فرآیندهای قبل از پخت

همنیاز: ندارد

ویژگیهای با ندکوا لانت درجا مدت - مروری بر خواص مکانیکی -  
الاستیسیت - استحکام تافنس شکست - نیتريدسيليسوم - روشهای تهیه -  
ساختمان بلوری نوع - قابلیت سینتر نمودن - خواص مکانیکی -  
در مقایسه با اکسیدها - مقاومت شیمیایی - مقاومت در مقابل خزش - کاربرد -  
های مهم نیتريدسيليسوم - کاربرد سيليسوم - نیتريدبور - کاربرد بور -  
سیستم Si-Al-O-N طرز تهیه سیلان ها - اهمیت صنعتی این مواد -  
کاربرد سيليسوم طرز تهیه - ساختمان - کاربردهای مهم - گرافیت -  
روش تولید - ساختمان بلوری - ریز ساختار - خواص مهم - کاربردها -  
الیاف کربن و گرافیت - کربن شیشه ای .



سرامیکهای مهندسی اکسیدی

تعداد واحد: ۲

0

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: شکل دادن پیشرفته و فرآیندهای قبل از پخت

همنیاز: ندارد

مروری بر ویژگیهای باندیونی - روشهای تهیه اکسیدهای مهم  
سرامیکی - آلومینا - روشهای تولید - ساختارهای بلوری نوع  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$   
خواص مکانیکی در مقایسه با سایر اکسیدها - کاربردهای مهندسی - مگنزیوم -  
روشهای تهیه - خواص مکانیکی مسائل مهم در تغییر فاز - کاربردهای  
مهم صنعتی - اورانیا - طرز تهیه - ساختار و کاربرد - اهمیت اکسیدهای  
بریلیوم و تیتانیم . .





## تئوری خواص و تکنولوژی ساخت نیمه‌ها دیها

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

همنیاز: ندارد

مقدمه‌ای بر فیزیک نیمه‌ها دیها - مقایسه‌ها دیها و عایقها با نیمه‌ها دیها، مکانیزم هدایت در نیمه‌ها دیها - تولید بار در نیمه‌ها دیها - پدیده‌ها Recombination - پدیده پراکندگی در نیمه‌ها دیها - اتصال  $P/N$  در نیمه‌ها دیها - اتصال فلز به نیمه‌ها دی - دیوها - ترانزیستورها - نیمه‌ها دیهای اکسیدی - عیوب کریستالی در نیمه‌ها دیهای اکسیدی - اهمیت کاربرد نیمه‌ها دیهای اکسیدی - تکنولوژی ساخت - ویفرهای تک کریستال - تولید الگو بر روی تک کریستال (فوتولیتوگرافی) - فوتورزیست‌ها - تلقیح ناخالصی در نیمه‌ها دیها - دیفوزیون - تلقیح یونی - روش CVD - اکسید کردن حرارتی - متالیزه کردن - برش چپس‌ها - بسته‌بندی کردن - مروری بر روشهای آنالیتکی برای مطالعه نیمه‌ها دیها - روشهای متالوگرافیک - روشهای میکروسکپی - روشهای اشعه



سینار

۷

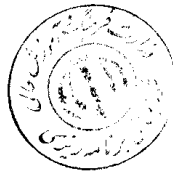
تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشیناز : ندارد

سرفصل دروس : نظری ۲ واحد

بنا به تشخیص استاد پروژه ( راهنما ) دانشجویان درباره محتوی و هدف  
یک موضوع علمی و نتایج بدست آمد ، بحث نمود ، روشها ، مشکلات و نکات مهم در  
رابطه با آن موضوع خاص را به بحث و مناظره میگذرانند .  
مدت سینار ، حداقل یک ساعت است و در حضور اساتید دانشگاه و  
متخصصین صنعتی صاحب نظر برگزار خواهد شد .



خطاهای اندازه‌گیری در تحقیق مواد

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

همنیاز: ندارد

۸



مقدمه: آنالیز نتایج، ثبت نتایج آزمایش، دقت در اندازه‌گیری مواد غیر ممکن بودن اندازه‌گیری مقدار حقیقی، روند کردن مقادیر تجربی، تقریب، خطاها، مقدمه‌ای بر احتمالات نمودار و همبسته: نمودار، همبسته، تطابق منحنی، خطاها و عدم اطمینان خطاهای سیستماتیک و راندوم، توزیع متعادل، خطاهای ثبت نتایج در حد قابل قبول، روشهای تجربی، تحقیقات تئوری، تحقیقات تجربی، برنامه‌ریزی آزمایش، برنامه‌ریزی کلاسیک و پارامترهای مختلف مؤثر، برنامه‌ریزی تحقیق، مثالهای برنامه‌ریزی - روشهای اندازه‌گیری: خطاهای دستگاههای اندازه‌گیری، اندازه‌گیری فشار و سرعت، اندازه‌گیری جریان الکتریکی، اندازه‌گیری مقدار انرژی حرارتی، اندازه‌گیری درجه حرارت و صوت، اندازه‌گیری‌های استاتیکی، اندازه‌گیری تغییر مکان، اندازه‌گیری نیرو و خطاهای اندازه‌گیری.

پروژه تحقیقاتی و رساله

تعداد واحد: ۱۵ یا ۱۲

نوع واحد: نظری و عملی

پیشنیاز: گذراندن کلیه دروس اجباری غیر از سمینار

سرفصل دروس: ۱۵ یا ۱۲ واحد نظری و عملی

محتوی: پروژه باید در رابطه با ساخت یا بررسی خواص مختلف

مکانیکی، حرارتی، الکتریکی نوری... سرامیکها بطور کلی (شامل

چینی، شیشه، مواد دیرگداز، سرامیکهای الکتریکی، نوری، ...)

باشند.



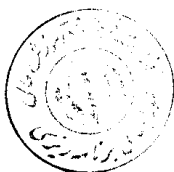
## اصول رشد بلور

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

همنیاز: ندارد



کریستالها و خواص عمومی آنها ( تعریف کریستال ، پلیمری کریستالها ، تک کریستالها ، عیوب کریستالی ) ترمودینامیک رشد کریستال ( انواع پیروسیهای رشد کریستال ، تعادل ترمودینامیکی در رشد کریستال ، قانون فاز ، دیاگرامهای فاز ) .  
کینتیک رشد کریستال ( عوامل تعیین کننده سرعت رشد کریستال ، دیفیوژن ، سطوح کریستال ، تشکیل نطفه ، پدیده تاخیر در انجماد ) .  
روشهای مهم رشد کریستال ( رشد کریستال از فاز گازی ، رشد کریستال از فاز مذاب ، پیروسیهای چوکرالسکی و پریچ من ( Bridge Man ) ، رشد کریستال از فاز جامد ) .  
رشد تک کریستال ، اکسیدها ، مواد دیرگداز ( ذوب شعله‌ای ، استفاده از پلاسما و قوس الکتریکی ) .  
تست کریستالهای رشد داده شده و تعیین خواص آنها ( لزوم تعیین خواص تک کریستالها ، ترکیب شیمیائی و استراکچر ، عیوب کریستالی و روش تعیین آنها ، روش استاندارد تست تک کریستالهای رشد داده شده ) .

تئوری پیشرفته شیشه

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

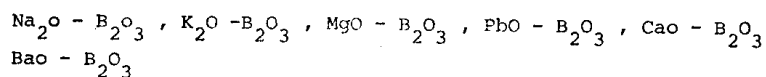
همنیاز: ندارد



۱۰

۱- مروری بر تئوریهای مختلف شیشه سازی معیار گلداسمیت، تئوری شبکه نامنظم زاکاریا سن، قوانین زاکاریا سن، تئوری Smekel (اتصال مخلوط)، معیار Stan Worth (الکترون گاتیون) معیار قدرت اتصال تکی Sun معیار Rawson (نقطه ذوب و قدرت اتصال تکی)، تئوری کینتیک تشکیل شیشه، سرعت جوانه زنی، سرعت رشد، ارتباط بین قدرت اتصال وانرژی اکتیواسیون کنترل کننده کریستالیزاسیون - اهمیت نقطه ذوب و اثر ساختمان بر آن .  
سیلیس شیشه ای و کریستالیزاسیون آن: فازهای بلوری حاصل از کریستالیزاسیون - اثرنا خالصها بر سرعت کریستاله شدن - اثرات مسفر بر سرعت کریستاله شدن - کینتیک کریستاله شدن .  
کینتیک ذوب کوارتز و کریستوبالیت - ویسکوزیته سیلیس شیشه ای - شیشه های سیلیکاتی - سیستمهای دونا ئی سیلیس - قلیائی - تشکیل شیشه در سیستمهای سیلیکاتهای قلیائی - کینتیک کریستاله شدن شیشه های سیلیکات قلیائی - اثر دما - سیستمهای سیلیس - قلیائی خاکی سیستم  $SiO_2 - Na_2O - CaO$ ، ناحیه تشکیل شیشه در این دیاگرام - کینتیک کریستاله شدن در این سیستم - برخی شیشه های خاص سیلیکاتی - آلومینوسیلیکاتهای قلیائی - شیشه های invert اکسیدپوروشیشه های

بوراتی - تهیه و خواص شیشه‌های اکسیدبور- تشکیل شیشه‌درسیستمهای دوتائی  
حاوی اکسیدبور- محدوده تشکیل شیشه- سیستمهای مختلف دوتائی . .



سیستمهای سه تائی  $\text{Na}_2\text{O} - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$

ساختمان اکسیدبور شیشه‌ای و شیشه‌های بوراتی - ( از جمله بورات‌های  
قلیائی و قلیائی خاکی ) جدایش فازی یا نقص انحلال در مذابهای اکسیدی -  
منحنی انرژی آزاد بر حسب ترکیب سیستمهای دوتائی دارای نقص انحلال -

رابطه بین نقص انحلال و ساختمان . محدوده نقص انحلال درسیستمهای  
سیلیکاتی و بوراتی - محونا حیه نقص انحلال - نقص انحلال نیمه پایسدا ر  
( Metastable ) و جدایش فازی میکروسکپی - مکانیزم جدایش

فازی - بررسی تجربی فرآیند جدایش فازی - جدایش فازی درسیستمهای  
بوراتی و سیلیکاتی ، اثر جدایش فازی بر کریستالیزه شدن - شیشه‌های  
فسفاتی : تشکیل شیشه درسیستمهای دوتائی فسفاتی - خواص شیشه‌های  
فسفاتی - نقش  $\text{B}_2\text{O}_3$  ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  در شیشه‌های فسفاتی ، شیشه‌های ژرماناتی -  
تشکیل شیشه درسیستمهای حاوی  $\text{GeO}_2$  ، دیاگرامهای فاز - ساختمان  
و خواص شیشه‌های ژرماناتی قلیائی .

شیشه تلورایتی و وانادایتی - سیستمهای تشکیل دهنده شیشه با ختمان  
و خواص شیشه‌های فوق .

شیشه‌های آلومیناتی ( ترکیبات تشکیل دهنده شیشه - ساختمان و خواص  
شیشه‌ها ) شیشه‌های کربناتی - شیشه‌های تیتاناتی - شیشه‌های تشکیل شده  
بر مبنای  $\text{WO}_3$  و  $\text{M}_2\text{O}_3$  ،  $\text{B}_2\text{O}_3$  ،  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  ،  $\text{As}_2\text{O}_3$  - شیشه‌های  
سولفاتی و سلفایتی - شیشه‌های نیتراتی - سیستمهای تشکیل دهنده شیشه -  
تئوریهای تشکیل شیشه در مورد نیتراتها - ملاحظات کینتیکی - مکانیزم



ذوب - شیشه‌های هالیدی (  $\text{ZnCl}_2$  ,  $\text{BeF}_2$  ... )  
شیشه‌های Chalcogenide : گوگرد، سلنیم وتلوریوم ( ساختمان و  
خواص آنها به هنگام ذوب ) - شیشه‌های دوتائی Chalcogenide  
بهمراه عناصر گروه V و IV ( شیشه‌های سه تائی ( سیستمهای دارای مبنای  
Chalcogenide ، آرسنیک ، شیشه‌های حاوی عناصر گروه V و IV  
بایکدیگر ، شیشه‌های حاوی هالوژن‌ها - ساختمان شیشه‌های Chalcogenide





چسب های سرامیکی

تعداد واحد: ۲

۱۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: شکل دادن پیشرفته سرامیکها

همنیاز: ندارد

- ۱- پروس های مختلف تا شیرچسب ها از قبیل ( سخت شدن بستن )
- ۲- اهمیت صنعتی و فواید چسب ها - چسب های هیدرولیک و غیرهیدرولیک
- ۳- خواص چسب ها - مراحل مختلف تا شیرچسب ها
- ۴- ماهیت چسبیدن و مکانیسم چسبیدن
- ۵- استحکام چسب ها و پروس های مربوط به آن
- ۶- رفتار چسب ها در مجاورت آب و بخار آب
- ۷- رفتار چسب ها در رابطه با تغییرات درجه حرارت
- ۸- فعل و انفعالات فیزیکی شیمیایی در پروس چسبیدن
- ۹- گچ ها و انواع آن آهک ، وسینتیک چسبیدن آن
- ۱۰- چسب های مینرالی صنعتی
- ۱۱- چسب های سیلیکاتی و آلومیناتی و هیدراتاسیون آنها
- ۱۲- سیمان و انواع آن و پروس های چسبیدن آن
- ۱۳- چسب های از نوع سیمانهای ویژه
- ۱۴- چسب های ویژه سرامیکی



## رنگ های سرامیکی

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

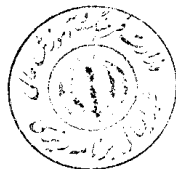
پیشنیاز: ندارد

همنیاز: ندارد

۱۳

تعریف رنگها: تقسیم بندی رنگهای سرامیکی - اجزاء کسردهنده رنگها

ملاحظات کننده های رنگی



- پیگمانهای طبیعی و مصنوعی

- انواع پیگمانها و پیگمانهای فلزی

- مواد افزودنی رنگها - مواد افزودنی معدنی و آلی رنگها

- حلالها و رقیق کننده های رنگها

- رنگهای مایع و جامد - رنگهای جامد معدنی - خشک کردن رنگها - پیروس

تهیه رنگها

- رنگهای ساختمانی - رنگهای ویژه سرامیکی

- عملیات مقدماتی لازم قبل از رنگ کردن

- خصوصیات سطح قبل از رنگ - پوششهای رنگین

- شیشه ها و سرامیکهای رنگی - رنگهای دکوراتیو

- تاثیر حرارت تشکیل دهنده شیشه ها و سرامیکها بر روی رنگها تا شیرا تمسفر

و درجه حرارت پخت بر روی رنگ سرامیکها ، و شیشه ها چگونه ایجاد خطوط

و علائم رنگین بر روی شیشه ها و سرامیکها .

خواص مواد پدیدشرفته

۱۴

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: فیزیک مدرن ( دانشجویانی که در دوره کارشناسی این درس را گذرانیده اند باید بصورت جبرانی اخذ نمایند )

همنیاز: ندارد



- ۱- خواص الکتریکی، حرارتی، مغناطیسی و پستیکی جامدات
- ۲- یادآوری ساختمانهای بلوری
- ۳- یادآوری ترتیب قرار گرفتن اتمها در جامدات
- ۴- پیوندهای شیمیایی جامدات ( یونی، کووالانت، فلزی و ان درواز و رزونانس )
- ۵- خواص الکتریکی جامدات و وابستگی ضریب هدایت الکتریکی آنها به درجه حرارت و عیوب کریستالی
- ۶- ضریب هدایت حرارتی جامدات و وابستگی آن به درجه حرارت و عیوب کریستالی
- ۷- خواص پستیکی جامدات ( تئوری الکترونی جذب و انعکاس، عبور و پستیکی مستقیم ( direct ) و غیرمستقیم ( indirect ) تحقیق ساختمان نوار ( band structure ) توسط جذب و انعکاس نور، تئوری و تحقیق جذب نور توسط اگزیتون ( exciton ) و انعکاس و جذب نور بوسیله بارهای آزاد )
- ۸- تئوری لومینسانس و ترکیب مجدد ( Radiation , Recombination ) ( لومینسانس بوسیله الکترونها و حفره در عبور مستقیم، توسط ناخالصیها )
- ۹- تئوری و تحقیق اپتیک غیرخطی ( پدیده یوکس ) .

۱۰- خواص فیزیکی دی الکتریکها ( منشاء ملکولی دی الکتریکها ، تئوری  
دبای ، پلازماسیون دردی الکتریکها ، ضریب دی الکتریکها وابستگی  
آنها به میدان الکتریکی و حرارتی ، تئوری مولکولی Relaeation  
دی الکتریکها .

۱۱- خواص مغناطیسی جامدات ( پدیده ها ل ، تئوری پارادیا مغناطیس فروو  
فری مغناطیسها ، ساختار دوسمین ها در مواد مغناطیسی ، رزونانس پارا -  
مغناطیس )



برنامه ترم بندی شده :

۲ واحد	نیمسال اول : فرآیند های قبل از ریخت
" ۲	شکل داد ن پیشرفته
" ۲	روشهای پیشرفته شناخت و آنالیز
" ۱	خطاهای اندازه گیری
" ۳	تئوری خواص و تکنولوژی ساخت نیمه هادیها

جمع ۱۰ واحد

نیمسال دوم :

۲ واحد	سرامیکهای مهندسی آکسیدی
" ۲	سرامیکهای مهندسی غیراکسیدی
" ۷-۱۰	دروس انتخابی

جمع ۱۱-۱۴ واحد

نیمسال سوم :

۲ واحد	سینار
" ۷	پروژه



جمع ۹ واحد

نیمسال چهارم :

۸ واحد	ادامه کار پروژه و رساله
--------	-------------------------

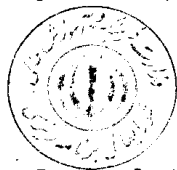
جمع کل ۳۸ واحد

برخی از تجهیزات مورد نیاز این مجموعه بویژه در ارتباط با پروژه‌ها

آزمایشگاه مواد اولیه سرامیکی و آماده‌ساختن آنها و آزمایشگاه شکل‌دادن سرامیکها و پختن آنها ، آسیاب فکی ، آسیاب گلوله‌ای با بدنه و گلوله‌های سرامیکی در ظرفیتهای مختلف ( ۱/۳ ، ۲،۱ Kg ) آسیاب گلوله‌ای ( ball mill ) بزرگ ۵۰x۵۰ با آستر سرامیکی ، آسیاب سایشی ( Grinder ) ، انواع مخلوط‌کن ها ، انواع الک‌ها با ترازی دقیق ( تا ۱/۳ میلی‌گرم ) ، فیلتر پرس ، دستگاه اکستروژن ، خشک‌کن دمشی ( Spray dryer ) ، دستگاه ویسکوزیومتر (برای تعیین ویسکوزیته دوغ آب ) ، وسائل هیدرومتری برای تعیین دانه‌بندی دوغ آب ( Slip ) ، پرس‌های مختلف هیدرولیکی ، پرس ایزواستاتیک ، چرخ کوزه‌گری اتوماتیک و دستی ، دستگاه PH متر ، کوره‌های آزمایشگاهی با درجه حرارت حداکثر ۱۴۰۰ و ۱۸۰۰ ، خشک‌کنها ، دستگاه Hot Press ، دستگاه اندازه‌گیری اندازه‌ذرات ریز حدود میکرون ( Particle size analyzer )

خواص مکانیکی سرامیکها

دستگاه تعیین سختی ، ماشین Instron برای آزمایشهای فشار و کشش و خمش ، دستگاه اندازه‌گیری مقاومت ضربه‌ای ( Impact test ) ، دستگاه اندازه‌گیری خزش .



آزمایشگاه بررسی و شناخت ساختمان مواد سرامیکی

میکروسکوپ نوری - میکروسکوپ پلازیما - دستگاه D . T . A ، دستگاه دیفراکتومتر اشعه ( ایکس ) ، دستگاه مخصوص پولیش نمونه‌های سرامیکی ، دستگاه T . G ( اندازه‌گیری تغییرات وزنی بر حسب درجه حرارت ) - وسائل لازم برای اچ کردن نمونه‌ها ( etching ) میکرو-سکوپ‌های الکترونی ( Scanning و Transmission )

مایکروپروب . .

#### آزمایشگاه مواد دیرگداز

کوره الکتریکی با حداکثر درجه حرارت ۱۸۰۰ سانتیگراد، دستگاه دیلاتومتر، دستگاه اندازه گیری مقاومت فشاری در درجه حرارت های بسیار میکروسکوپ حرارتی " Hot Stage microscope " خشک کن تدریجی حرارت ۳۰۰ سانتیگراد- دستگاه اندازه گیری تخلخل، دستگاه اندازه گیری استحکام خمشی، دستگاه Pyrometer، تخلخل سنج جیوه ای . .

#### آزمایشگاه شیشه

کوره دوار کوچک برای ذوب شیشه- کوره های مخصوص حرارت دادن شیشه و آنیل - وسائل آزمایشگاهی لازم برای شکل دادن شیشه- دستگاه های اندازه گیری ویسکوزیته شیشه- دستگاه دیلاتومتر برای اندازه گیری ضریب انبساط حرارتی شیشه- برای اندازه گیری خواص مکانیکی و حرارتی ونوری و الکتریکی شیشه ها میتوان از سایر آزمایشگاه ها استفاده نمود .

#### آزمایشگاه های تکنولوژی چینی و سرامیک های ساختمانی و لعاب

علاوه بردستگاه های ذکر شده در آزمایشگاه های دیگر که برای آزمایشگاه های فوق هم قابل استفاده هستند احتیاج به دستگاه های اندازه گیری استحکام فشاری کاشی ها و یخچال و اتوکلاو برای اندازه گیری مقاومت کاشی ها در سرما و گرا می باشد . برای ساخت لعاب میتوان از کوره دوار آزمایشگاه شیشه استفاده کرد . .



آزمایشگاه‌های خواص نوری و الکتریکی - مغناطیسی سرمایه‌ها

دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی - کرثواستات -  
اسپکتروفتومتر IR ( برای اندازه‌گیری bond gap ) - کالیومتر،  
دستگاه خلاء - پتانسیومتر برای اندازه‌گیری ولتاژ ترموکوپلها -  
دستگاه اندازه‌گیری هدایت حرارت - دیلاتومتر - لیزر - پولاریزاتور  
( آنالیزاتور ) - دستگاه اندازه‌گیری ضریب شکست نور -  $Q$  متر  
برای اندازه‌گیری ضریب دی الکتریک - منوکراماتور - لوکس متر  
( برای خواص فتوالکتریکی ) - دستگاه اندازه‌گیری پارامترهای  
دیود ترازیستور - تولیدکننده میدان مغناطیسی با شدت متغیر  
برای اندازه‌گیری ضریب نفوذ مغناطیسی .





برخی از مآخذی که جهت استفاده از دروس این مجموعه پیشنهاد میشود عبارتند از :

سرامیک بطور کلی: \_\_\_\_\_

- W.D. Kingery, H.K. Bowen D.R. Uhlmann: Introduction to Ceramics , wiley and Sons, 1976.
- F. Singer and S.S Singer: Industrial Ceramics, Chapman and Hall , London 1978.
- F.H. Norton: Fine Ceramics, Mc Graw - Hill, New York, 1970.
- F.H. Norton: Elements of Ceramics, Second Edition , wesley pub , co, 1974.
- A. Davidson ed: Hand book of precision Engineering vol, 3 Fabrication of nonmetals , Mc graw - Hill pub, co. 1971
- W.E. Worral, F. Moore: Raw Material.
- W.F. Ford: Drying
- The Effect of Heat on Ceramics.
- Institute of Ceramics Text book Series, MacLaren and Sons, London 1964 - 1967
- F.F. Wang: Ceramics Fabrication Process
- W. Ryan: Properties of Ceramic Raw Materials 1975.
- George Y, Onada & Larry L. Hench: ceramic Processing Before Firing.
- M.s. Waldron, Sintering . 1976.
- L. Bragg. G.F. Cluringbull & W.H. Taylor, Crystal structure of Minerals, Cornell University Press, Itache N.y. 1965.
- R.H. Doremus, B.W. Roberts & D. Turnbull ed: Growth & Perfection of Crystals , John Wile & sons N.Y. 1958.
- H.E. Buckley : Kinetics of High Temperature processes, Technology Press, Cambridge, Massachusetts, and John Wiley & Sons N.Y. 1959
- W.E. Garner: Chemistry of solid state, Butterworth scientific Publications, London, 1955.



تکنولوژی شیشه آزمایشگاه - شیمی فیزیک و آزمایشگاه: —————

- S.F.V. Tooley: Hand book of glass practice Manufacture, & Vol. Ogden Pub, co,1967
- S.R. Scholes rev., C.H.Green: Modern Glass Practice, Gannars 1974
- R.H. Dorems: Glass Science, John Wiley & Sons Inc.N.Y. 1973
- R.W. Douglas & B.Ellis Eds; Amorphous materials, John Wiley & Sons Inc.N.Y. 1973
- M.B. Volf Technical Glasses, Pitman , 1961
- J.D. Machenzie Ed : Modern aspects of vrlreous state, butter Worth Washington, 1967
- E.Shand, Glass Engineering Hand book and Ed. 1958
- G.W.Mony: Propneties of Glass and Ed.,Reinhold Pub corp,N.Y. 1954
- J.H. Simmons,D,R,Uhlmann/& G.H.Beall( Editors ) Nucleation & Ciystallization in Glasses
- Advances in ceramics vol.4 , Amer. Ceram. Soc.Publication, 1982.

روشهای شناخت مواد سرامیک: —————

- B.D. cullity, Elements of x-Ray Diffrastopm.
- Harney Yakowitz & I.I. Goldstein: Practical Scanning Electron Microscopy.
- H.Insley & V.D. Fiechette, Microscopy of ceramics & Cements, Academic Press.N.Y. 1955
- American Society Testing Materials, Symposium of Light Microscopy A.S.M. Special Pub NO.143.1952
- G.R. Rigby: Thin Section Mineralogy of Ceramic Materials, and ed. Brit. cerom Resin associated stake on Trent, England 1953
- S.I. Lundin: Electron Microscopy of whiteware Bodies, Transactions of the fourth international ceramic congress, Florence I taly 1974





سرامیک‌های مهندسی اکسیدی :

- 1- Oxide Ceramics Eugene Rgshkewich.
- 2- Alumina as a ceramic Material Walter H. Gitzen.

فرآیندهای قبل از پخت در سرامیک :

- 1- CERAMIC Processing Before Firing ED. G.Y.Omada & L.L. Hench
- 2- Ceramic Powders Ed. Vincenzini 1983.

روشهای شکل پیشرفته در سرامیک ها :

FORMTNG OF CERAMICS

Advances in Ceramics Vol, ED, J.A. Mangels & G.L. Messing Amer  
Ceram Sec. Publication . 1984

